

NUMÉRO SPÉCIAL 2017 AVRIL/JUIN 2020 - ALLEMAGNE: 7,50 € / AUTRICHE: 5,00 € / BELGIQUE: 5,70 € / CANADA: 9,99 \$ / ESPAGNE: 5,90 € / GRÈCE: 6,00 € / ITALIE: 6,90 € / LUXEMBOURG: 5,70 € / MAROC: 6,00 MAD / TOM SURFACE: 760 XPF / TOM AVION: 1500 XPF / PORTUGAL: 5,50 € / SUISSE: 8,80 CHF / TUNISIE: 8,50 TND / DOM - RÉUNION: 5,70 €

NUMÉRO SPÉCIAL

# SCIENCES ET AVENIR

LES INDISPENSABLES



FRANCIS HALLÉ, botaniste  
PETER WOHLLEBEN, forestier

« Notre alliée contre le  
changement climatique »



# LA VIE SECRÈTE DE LA FORÊT

Un écosystème de 400 millions d'années  
Amazonie : le pari de la reforestation  
Les arbres qui soignent  
Fées, lutins, trolls, esprits des bois...  
Fontainebleau inconnue



M 02597 - 201 - F: 5,50 € - RD

Pour rafraîchir les agglomérations, qui sont autant d'îlots de chaleur, chercheurs et urbanistes multiplient les expérimentations. Leur priorité ? Adapter l'espace urbain à la végétation... et non l'inverse.

## Quand les villes se mettent au vert

**D**ix mille à Angers, 20 000 à Lille, 25 000 « minimum » à Marseille, ou encore... 170 000 à Paris. Les arbres ont poussé tout l'hiver dans les programmes des candidats aux municipales ! Insatiables capteurs de CO<sub>2</sub>, ils sont surtout de puissants climatiseurs. Devant l'urgence, il faudrait en planter partout, dans les moindres interstices. Et vite. En 2016, l'OMS recommandait un verdissement maximum des villes, insistant sur l'action de la nature quant à la « réduction potentielle de l'exposition à la pollution de l'air, au bruit et à la chaleur excessive ».

Mais sur le terrain, la mise en œuvre de tels programmes ne coule pas de source. Le temps des politiques n'est pas le temps de l'arbre. Pour qu'il rende pleinement les services qu'on attend de lui, il lui faut des dizaines d'années devant lui, un accès à l'eau, de l'espace – sous terre et dans l'air –, des congénères, un environnement écologique... Radical, on peut choisir la méthode du botaniste japonais Akira Miyawaki (*lire l'encadré p. 41*), qui promet une forêt naturelle en deux décennies. Plus

modéré, on suivra les expériences menées à Angers, Paris ou Lyon. Depuis la canicule de 2003, en effet, les coups de chaud estivaux se succèdent et, dans les métropoles (75 % de la population française est urbaine), on suffoque. Pas même de pause nocturne : les façades absorbent le rayonnement solaire et restituent la chaleur quand on tente de dormir. En août dernier, onze degrés d'écart ont été mesurés entre le centre de Lyon et sa périphérie. « La ville constitue ce que l'on appelle un îlot de chaleur, confirme Marjorie Musy, chercheuse en climatologie urbaine au Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema). De même que la transpiration permet à un humain d'évacuer la chaleur et de réguler la température de son corps, il faut qu'elle transpire : les arbres, qui puisent l'eau du sol interceptent la pluie et l'humidité de l'air puis les rejettent par les feuilles grâce au phénomène d'évapotranspiration, peuvent être son régulateur. » Chacun peut l'expérimenter, conseille la chercheuse : il suffit



de s'abriter sous un parasol puis sous un arbre pour mesurer la différence : ce dernier offre une ombre plus fraîche. « L'air chaud, attiré par l'air froid, passe à travers les feuilles et baisse en température », explique-t-elle.

### Une ambiance de sous-bois au pied de la tour

L'arbre va-t-il sauver le citadin de la rôtière ? Certains le croient, qui n'hésitent pas à parler de forêts urbaines ! À Paris, des sites minéraux comme le parvis de l'Hôtel de Ville ou l'arrière de l'opéra Garnier pourraient voir pousser des bosquets, promesse de la maire, Anne Hidalgo. Clientélisme envers l'électorat bobo ? Ou véritable solution face au réchauffement ? L'annonce, en juin 2019, a plongé les observateurs dans l'étonnement, pour ne pas dire le scepticisme.

Pourtant, planter des arbres en ville dans le souci d'améliorer la vie des habitants n'est pas une idée nouvelle. « Adolphe Alphand



Marjorie Musy, chercheuse en climatologie urbaine

« La ville doit transpirer pour réguler sa température. Les arbres, qui puisent l'eau du sol et interceptent la pluie et l'humidité avant de les rejeter par évapotranspiration, peuvent être son régulateur »



(1817-1891), l'ingénieur de Napoléon III à qui l'on doit notamment la création du service des espaces verts dans la capitale, et Édouard André (1840-1911), jardinier paysagiste, évoquent déjà dans leurs textes leur action sur la qualité et la fraîcheur de l'air, la santé, le bien-être », rappelle Frédéric Ségur, directeur du service de l'Arbre et du Paysage de Lyon Métropole. Mais, au xx<sup>e</sup> siècle, à mesure que la voiture s'impose, l'arbre devient encombrant, source de nuisances (saleté, ombre, danger pour la circulation...). Son lot : tailles sévères, coupes en moignons, abattage. « Les habitants s'en inquiètent et des associations se forment. Certaines personnes s'enchaînent même aux troncs des condamnés lors de la construction du métro lyonnais dans les années 1970 », raconte Frédéric Ségur.

Ne risque-t-on pas aujourd'hui de tomber dans l'excès inverse en voulant en planter partout ? « Il ne s'agit pas de remplir tous les



HÉBRY POUJONIER / ANTIPOLOLE/LEVEE

espaces par idéologie ! », tempère Michel Desvigne. Le paysagiste, qui vient de remporter le concours pour la transformation du quartier de la tour Montparnasse, à Paris, prévoit, sur les onze hectares du projet, trois plantés serrés en une « forêt » de 1500 sujets. À Tokyo, dans le quartier de Chiyoda, en 2013, il a déjà pu expérimenter la création d'une ambiance de sous-bois au pied de la flamboyante tour Otemashi. Il a au préalable

**La rue Garibaldi, à Lyon**, conçue dans les années 1960 comme une autoroute urbaine (ci-contre), a connu une transformation spectaculaire : élargissement des trottoirs, création d'une piste cyclable et de voies réservées aux transports en commun et, surtout, plantation d'une diversité d'arbres qui les rend plus résistants, notamment aux maladies (ci-dessus).

 **Caroline Mollie,**  
Des arbres  
dans la ville,  
Actes Sud, 2020

reconstitué une forêt d'essences locales à l'extérieur de la capitale, aux dimensions exactes du projet (3600 mètres carrés, 200 sujets, dont le grand akagashi, le chêne vert japonais), comprenant toutes les strates : arbustes et arbres, terreau... Une fois les plantes acclimatées à leurs voisines, ce qui a pris plusieurs années, le tout a été transféré au pied de la tour. Ni vraiment place ni vraiment jardin, les lieux tiennent plutôt de la rue ombragée, où chacun circule entre les arbres pour aller au travail ou prendre le métro. Entre espaces urbain et forestier : une fusion réussie.

Aujourd'hui, Michel Desvigne et son équipe préparent des recommandations sur les projets de la Ville de Paris en matière de forêts urbaines. Selon lui, cette notion s'envisage à plusieurs échelles, chacune ayant sa valeur esthétique et écologique : « Il y a les forêts de centre-ville, qui sont comme des jardins ; la forêt englobant toute la cité, avec son ●●●



TANDELEWIT

●●● *foisonnement de boisements divers; et enfin, à l'échelle métropolitaine, les espaces où l'on peut planter des surfaces plus grandes, qui apportent un peu de fraîcheur aux villes proches.* »

Mais combien de degrés en moins? À Angers, avec son équipe d'Agrocampus Ouest, la chercheuse Sophie Herpin essaye d'en avoir le cœur net. Pour cela, elle souhaite mesurer l'action de l'arbre sur la température, et inversement. « Une sécheresse longue freine son développement, la surface foliaire diminue, il y a moins d'ombre, expose-t-elle. Les stomates (lire p. 65) se ferment, ce qui bloque l'évapotranspiration mais également la photosynthèse puisque la plante ne peut plus prélever le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. »

Pour quantifier ce phénomène, les chercheurs ont reconstitué une « rue-canyon » en modèle réduit. Un axe de 16 mètres de long et 2 de large, orienté nord-sud et bordé de murs blancs hauts de deux mètres. Dans sa longueur, la rue est divisée en trois : vide sur un tiers et peuplée d'un alignement de *Malus coccinella*, petits pommiers d'ornement en pot, sur les deux autres tiers. Une partie des arbustes sont arrosés, les autres soumis de manière récurrente à un stress hydrique. Fin de l'étude prévue pour octobre 2021.

En parallèle, les chercheurs peaufinent une modélisation numérique incorporant tous les cas de figure (largeur et hauteur de rue, vent, température...). « Cet outil permettra de calculer le microclimat d'une rue, projette la chercheuse. Les aménageurs pourront ainsi orienter le choix des végétaux, et les jardiniers anticiper les besoins des arbres en eau. En les abreuvant au bon moment et à la juste dose, ils pourront actionner ces climatiseurs. »

Mais, pour l'arbre, la plantation en alignement n'est pas idéale. Marine Linglart, écologue et

**Au pied de la tour Otemashi à Tokyo,** le paysagiste Michel Desvigne a planté une mini-forêt qui donne aux piétons l'impression de traverser un sous-bois.

**Cette rue modèle réduit** imaginée par des chercheurs d'Angers permet d'étudier les relations entre arbres et température. Elle est divisée en trois sections : l'une est vide, les deux autres plantées de pommiers d'ornement dont seuls certains sont arrosés selon leurs besoins.



AGROCAMPUS OUEST ANGERS

directrice de l'agence Urban-Eco Scop, travaille dans le cadre de l'installation des infrastructures des Jeux olympiques de Paris. Selon elle, « pour qu'il puisse être résilient, avec une certaine autonomie, il faut que le sujet vive parmi un assemblage d'essences, mais aussi au sein de toute une chaîne écologique, faune comprise ». Elle préconise de créer des densités suffisantes pour procurer ombre et humidité nécessaires à la vie animale, et une superficie d'un hectare de forme plutôt ronde, de sorte que le centre reste à une distance égale et respectable de la lisière. « Les espèces anthropophiles [qui vivent avec les humains, ndlr] régressent, regrette-t-elle. En ville, il y a de moins en moins d'interstices dans le bâti. Créer des forêts peut aider à faire revenir moineaux et mésanges par exemple. On plante beaucoup d'arbustes pour eux. Le problème, c'est que souvent, il manque leurs prédateurs, qui ne trouvent pas de lieu pour se reproduire. » À vouloir favoriser une espèce, il ne faudrait pas que celle-ci se révèle invasive... Aussi, à la Courneuve, où se construit le village des médias pour les JO 2024, une hêtraie est en train de voir le jour : bouleaux donc, surtout, mais aussi ormes, charmes, merisiers... créent un habitat favorable au faucon crécerelle ou au hibou moyen-duc.

### Supprimer le bitume pour que l'eau de pluie s'infilte

Les arbres, comme les villes, ont aussi une vie *underground*. « Pour les racines, les contraintes sont très importantes, surtout dans les quartiers centraux, explique le directeur du cabinet d'études Sol Paysages, Xavier Marié. C'est toute une histoire qui s'empile là-dessous : excavations, remblais, etc. » Sans compter les réseaux d'eau, de gaz, d'électricité, les égouts, les lignes

de métro... « En général, les arbres d'alignement sont plantés dans des fosses de 1,5 mètre de profondeur, détaille ce spécialiste de la reconstitution de sols fertiles. Ils sont arrosés pendant trois à cinq ans, et développent leurs racines dans cet espace confiné. Voilà pourquoi ils ne sont jamais très beaux et ne vivent guère plus de vingt ans. »

Alors on teste de nouvelles techniques : des fosses de plantation comme une tranchée continue plutôt que des trous individuels, et surtout un substrat plus perméable et plus nourricier.

En la matière, dans les années 1990, des chercheurs de l'université d'Angers ont conçu l'équilibre idéal : un mélange terre-pierres (65 % de pierres entre 40 et 90 millimètres de diamètre, de la terre et du compost). En 2011-2015, à travers le programme Siterre, un collectif de chercheurs a affiné la technique, avec des pierres issues de chantiers locaux et une terre produite à partir du compostage des déchets verts des villes. « Pour assurer développement et longévité à l'arbre, il faut aussi éviter d'enlever toute la matière organique (feuilles, branches mortes) qui tombe à son pied, complète Laure Vidal-Beaudet, maîtresse de conférences à Agrocampus Ouest (Angers), spécialiste des sols artificiels. Il est aussi important de désimperméabiliser les surfaces en supprimant le bitume, pour que la matière se décompose, mais aussi que l'eau de pluie s'infilte. On estime qu'en milieu rural, à peine 15 % de la pluie ruisselle... contre 55 % en ville ! » Seul ce qui ne s'évapore pas s'infilte. Une goutte d'eau.

## Les mini-forêts d'Akira Miyawaki



Le botaniste japonais Akira Miyawaki.

À Paris ou à Angers, les enforesteurs de tout poil, politiques et techniciens, n'ont qu'un nom à la bouche : Akira Miyawaki. Désireux de redonner vie aux forêts naturelles de son pays, mitées par l'urbanisation, ce botaniste japonais (92 ans aujourd'hui) a mis au point une méthode qui fait ses preuves. Le principe ? Planter, même sur une surface réduite, de jeunes arbres sélectionnés parmi les essences indigènes à raison de trois pieds par mètre carré. S'en occuper pendant trois ans (arrosage, paillage, etc.). Puis laisser faire. Ces végétaux parfaitement adaptés à

leur milieu croissent d'environ un mètre par an et forment une mini-forêt « vierge » qui atteint son état climacique (écologiquement stable) en une vingtaine d'années.

Au Japon, le botaniste revendique 1 300 sites transformés de la sorte. À travers l'entreprise Reforest'Action, Stéphane Hallaire est l'un des promoteurs de la méthode sous nos latitudes. En mars 2019, il l'a appliquée sur une parcelle de 700 mètres carrés sur les pelouses de Reuilly, à Paris. « Cela marche encore mieux que prévu, assure-t-il.

Dès septembre, nous avons dû enlever des sujets pour faire de la place : des robiniers que nous n'avions pas plantés étaient arrivés sur la parcelle. Tout un écosystème s'est mis en place. » Les forêts Miyawaki ne peuvent cependant pas être plantées à n'importe quel carrefour. Elles doivent rester fermées au public pour éviter piétinement et tassement des sols. Et sont réservées aux espaces éloignés des habitations, les essences locales étant souvent allergisantes.

À Lyon, la rue Garibaldi, ancienne autoroute urbaine qui vient d'être requalifiée, fait figure d'exemple. On y a gardé quelques anciens platanes épargnés par le chancre coloré, remplacé les autres par des essences variées. Terminé l'alignement monospécifique de sujets du même âge. On limite ainsi le risque de contagion en cas de maladie. Surtout, dans les passages automobiles souterrains creusés dans les années 1960, ont été installés des réservoirs qui collectent l'eau de pluie. À l'été 2019, on a pu y puiser suffisamment pour simuler une forte averse. Résultat, la température a baissé de près de 1 °C. Encourageant !

À l'échelle de Lyon Métropole, il y a longtemps qu'on se préoccupe du couvert forestier et de son « indice de canopée » (pourcentage de surface ombragée par les arbres). Une charte de l'arbre a vu le jour à la fin des années 1990, puis un plan Canopée intégrant la question du climat. Le projet s'inspire du concept d'*urban forestry*, né outre-Atlantique où, depuis l'après-guerre, on traite tous les arbres d'une ville comme « une forêt diffuse, une savane », explique Frédéric Ségur. Trois millions d'arbres ont été comptabilisés sur le territoire, l'objectif étant d'augmenter leur nombre de 10 % en dix ans.

Reste à savoir comment les espèces supporteront l'évolution du climat. Les arbres urbains trouveront-ils les moyens de résister ? C'est une histoire qui est en train de s'écrire. ■

VINCENT MOREL



« Pour être résilient et autonome, un arbre doit vivre parmi un assemblage d'essences, au sein de toute une chaîne écologique, faune comprise »

Marine Lingliart, écologue